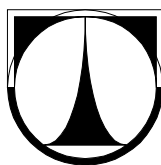


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

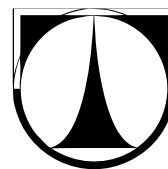
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Liberec 2013

**Tomáš Hakl**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: Elektrotechnické informační a řídicí systémy

**Návrh a realizace laboratorní úlohy na téma polohové  
lineární řízení**

**Design and realisation of „position control“ laboratory  
setup**

**Bakalářská práce**

Autor: **Tomáš Hakl**

Vedoucí práce: Ing. Martin Diblík, Ph.D.

Konzultant: Ing. Josef Černohorský, Ph.D.

V Liberci 17.5.2013







## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne 17.5.2013

Podpis: .....



## Poděkování

Děkuji Ing. Martinu Diblíkovi Ph.D, vedoucímu práce, za odbornou pomoc při navrhování a realizaci bakalářské práce na téma lineární polohové řízení a za možnost účastnit se zlepšování laboratorních úloh. Také bych mu rád poděkoval za poskytnutí licence k programu Automotive Studio 3.0.90.

Mé díky také patří i panu Ing. Miroslavu Novákovi Csc. z firmy Moas cs s.r.o. za odbornou moc při vytváření konstrukce a za odborné rady při návrhu konstrukce výtahu.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni Kačence za podporu a důvěru, kterou mi celé tři roky poskytovali.



## Souhrn

Bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací laboratorní úlohy pro polohové lineární řízení. Ve výsledku se bude jednat o model výtahu se třemi patry. Jako první byla promyšlena a následně navržena konstrukce z hliníkových profilů od firmy MayTec. Tyto profily byly vybrány pro jejich výbornou pevnost a spolehlivost. Do navržené konstrukce byl následně nainstalován pohon, snímače polohy a řídicí jednotka. Muselo být respektováno požadavků řídicího systému a pohonu. Jako řídicí systém byl vybrán PLC automat od firmy B&R (Bernecker + Rainer). Elektrický pohon je tvořen ovládací jednotkou ACOPOS a synchronním servomotorem (B&R). Pro detekci přítomnosti kabiny v jednotlivých patrech budou použity indukční snímače. Po navržení elektrického zapojení a propojení všech použitých komponent bude vytvořen ovládací program pro PLC. Řídicí program byl napsán ve vývojovém prostředí firmy B&R s názvem Automation Studio. V tomto vývojovém prostředí bylo napsáno rozhraní mezi studentskými programy a základním ovládacím programem vytvořeným firmou B&R. Studenti budou používat toto rozhraní při psaní programů pro pohyb kabiny výtahu. Bude se jednat jak o polohování, kdy cílová poloha je dána signálem z indukčních senzorů, tak i absolutní polohování s využitím snímače natočení servomotoru. Pro ukázkou funkčnosti vytvořeného rozhraní byl napsán vzorový program. Vytvořené rozhraní bude používáno při laboratorních cvičeních na Technické univerzitě v Liberci.

Klíčová slova: PLC, ACOPOS, servomotor, rozhraní, polohování



## Abstrakt

This thesis describes the design and the implementation of laboratory exercises for the linear position control. The end result will be the model of the lift with three storeys. As the first the construction of aluminum's profiles by the company MayTec was considered and subsequently proposed. These profiles are used for their excellent strength and reliability. In the proposed structure there are actuator drive, sensor and control unit subsequently installed. I had to respect the requirements of the control system and the drive. As the control system PLC machine by the company B&R (Bernecker + Rainer) is selected. The electric drive is made up of the control unit ACOPOS a synchronous servomotor (B&R). To detect the presence of the cab at each a storeys to be used an inductive sensor. After designing of the wiring and the interconnection of all used components the control program is written for the PLC machine. The control program was written in the development environment of B&R Automation Studio called. The development environment was written interface between the student programs and the basic control program (created directly in B&R) will be written. The students will use this interface for writing the programs to set the position of the elevator. It will be applied, when the target position is given a signal of inductive sensors and absolute positioning using the rotation sensor actuator. To demonstrate the functionality the sample program is written. Created interface will be used for laboratory's exercises at the Technical University of Liberec.

Key words: PLC, ACOPOS, servomotor, interface, positioning





## Seznam obrázků

Obr. 1: Blokové schéma modelu .....	13
Obr. 2: Rozložení použitých komponent v rozvodnici .....	13
Obr. 3: Základní rozložení PLC systému řady X20CPxxxx [4] .....	15
Obr. 4: Popis vstupně výstupního modulu [4].....	16
Obr. 5: Připojení senzorů k modulu DI4372 [4] .....	17
Obr. 6: Připojení senzorů k modulu DI6371 [4] .....	17
Obr. 7: Připojení aktuátorů k modulu DO9322 [4] .....	18
Obr. 8: Připojení aktuátorů k modulu DO4331 [4] .....	18
Obr. 9: Synchronní motor [2].....	20
Obr. 10: ACOPOS 1016.50 – 2 [2] .....	22
Obr. 11: Modul AC114 [2].....	22
Obr. 12: Modul AC126 [2].....	23
Obr. 13: Napájecí zdroj 24 VDC [2].....	24
Obr. 14: Použitý indukční snímač [3].....	25
Obr. 15: Konstrukce výtahu ve 3D.....	28
Obr. 16: Rozměry výtahu .....	29
Obr. 17: Prostředí Automation Studio.....	31
Obr. 18: Vývojový diagram demonstračního programu .....	33
Obr. 19: Softwarové vrstvy .....	34
Obr. 20: Vývojový diagram diskrétního rozhraní .....	35
Obr. 21: Vývojový diagram absolutního rozhraní .....	36



## Seznam tabulek

Tab. 1: Technické parametry X20CP1585 .....	15
Tab. 2: Technické parametry I / O modulů .....	19
Tab. 3: Základní parametry synchronního motoru .....	20
Tab. 4: Technické parametry ACOPOS 1016.50-2 .....	21
Tab. 5: Parametry indukčního snímače .....	24



# Obsah

Úvod.....	11
1. Nastínění problému .....	12
2. Technické parametry použitých zařízení.....	14
2.1 Řídící jednotka .....	14
2.1.1 X20CP1585 .....	15
2.1.2 I / O moduly .....	16
2.3 Pohon.....	19
2.3.1 Synchronní motor.....	19
2.3.2 ACOPOS .....	21
2.3.2.1 Modul AC114.....	22
2.3.2.2 Modul AC126.....	23
2.4 Napájecí zdroj .....	23
2.5 Senzory.....	24
3. Mechanika modelu .....	26
4. Ovládací programy .....	30
4.1 Automation Studio 3.0.90 .....	30
4.2 Demonstrační program.....	31
4.3 Rozhraní .....	33
4.3.1 Diskrétní rozhraní.....	34
4.3.2 Polohové rozhraní .....	35
5. Závěr.....	37
Literatura .....	38



## Úvod

Úkolem této bakalářské práce je navrhnout model výtahu se třemi patry pro laboratorní účely Technické univerzity v Liberci. Jedná se o lineární řízení, kde je pohyb ovládaný pomocí PLC, pohonu a několika senzorů. Celá úloha je součástí projektu ESF, a proto byly hromadně nakoupeny PLC, řídicí jednotka ACOPOS a motor od firmy B&R.

Mechanická část výtahu bude z hliníkových profilů od firmy MAYTEC. Tento materiál byl vybrán pro svou vysokou pevnost, stabilitu, spolehlivost a flexibilitu při návrhu konstrukce. Kabina vozíku se bude pohybovat vertikálně na lineárním pojezdu. Lineárním pohonem bude pohybovat motor od firmy B&R, který bude umístěn na spodní části modelu. Na zadní části bude umístěna rozvodnice s PLC. Řídicí jednotka motoru ACOPOS bude pro své rozměry umístěna vedle rozvodnice. Synchronní motor bude pohybovat kabinou mezi třemi patry. Každé patro detekuje induktivní senzor a mezi každým patrem budou ještě senzory, které určí, zda má vozík zpomalit nebo zrychlit. Pro změnu rychlosti výtahu, bude použit ACOPOS od firmy B&R a řídicí program bude psán v Automation Studiu, což je speciální vývojové prostředí vyvinuté firmou B&R.

Po vytvoření konstrukce byl napsán program, který bude pracovat jako komunikační rozhraní mezi programy studentů a integrovaným ovládacím programem BASIC, který ovládá periférie. Rozhraní bude vytvořeno z důvodu jednoduššího ovládání pohybu. Studenti budou mít k dispozici pouze základní sadu příkazů, jako je pohyb nahoru nebo dolů. Bude vytvořeno také rozhraní pro absolutní polohování, kde budou mít studenti více prostoru a možností pro tvorbu ovládacího programu. Celá tato úloha bude zveřejněna studentům a používána při laboratorním cvičení na Technické univerzitě v Liberci.



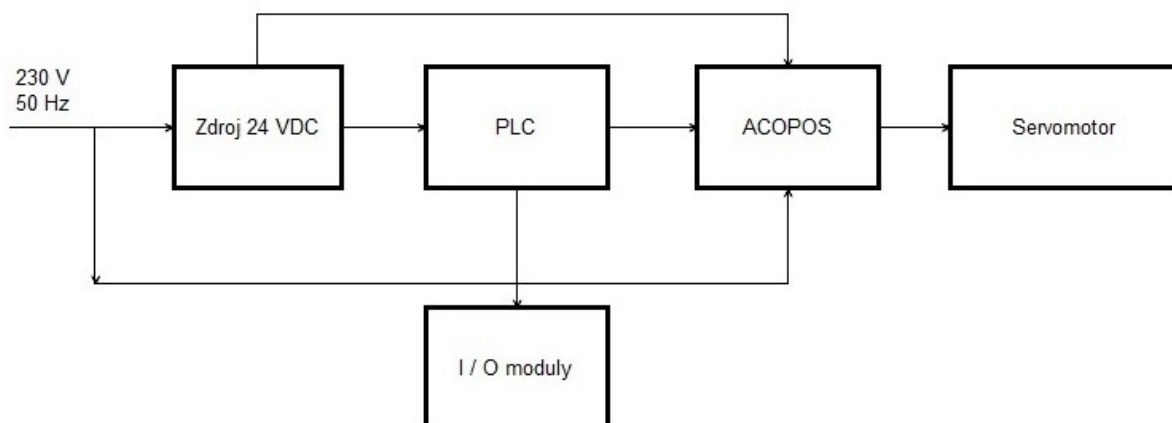
## 1. Nastínění problému

Následující práce se zabývá návrhem a po optimalizaci návrhu také realizací lineárního zařízení pro polohování. Hlavním úkolem bylo navržení a případné sestrojení optimální konstrukce, po které bude možno polohovat vozík. Optimální konstrukcí je myšlena jak pevnost, tak i kvalita materiálu a v neposlední řadě i finanční stránka. S vedoucím práce bylo dohodnuto, že model se bude přibližovat výtahu. Bližší specifikace navržené konstrukce osahuje 3. kapitola.

Pro rozpohybování kabiny vozíku byla potřeba řídicí jednotka a pohon. Jako ovládací jednotka byl v této práci použit PLC automat a pro pohyb kabiny byl využit synchronní motor. Jelikož se jedná o projekt ESF podporovaný evropskou unií, pak bylo nutno respektovat požadavky na řídicí systémy, které byly zakoupeny z tohoto fondu. Jedná se o zařízení firmy B&R a konkrétně jde o PLC automat, řídicí jednotku motoru ACOPOS a synchronní motor. Samozřejmě nejde jen o samotný pohyb kabiny. Bylo také důležité detekovat pozici. K této detekci byly použity indukční snímače. Specifičtější informace k těmto použitým komponentům obsahuje 2. kapitola.

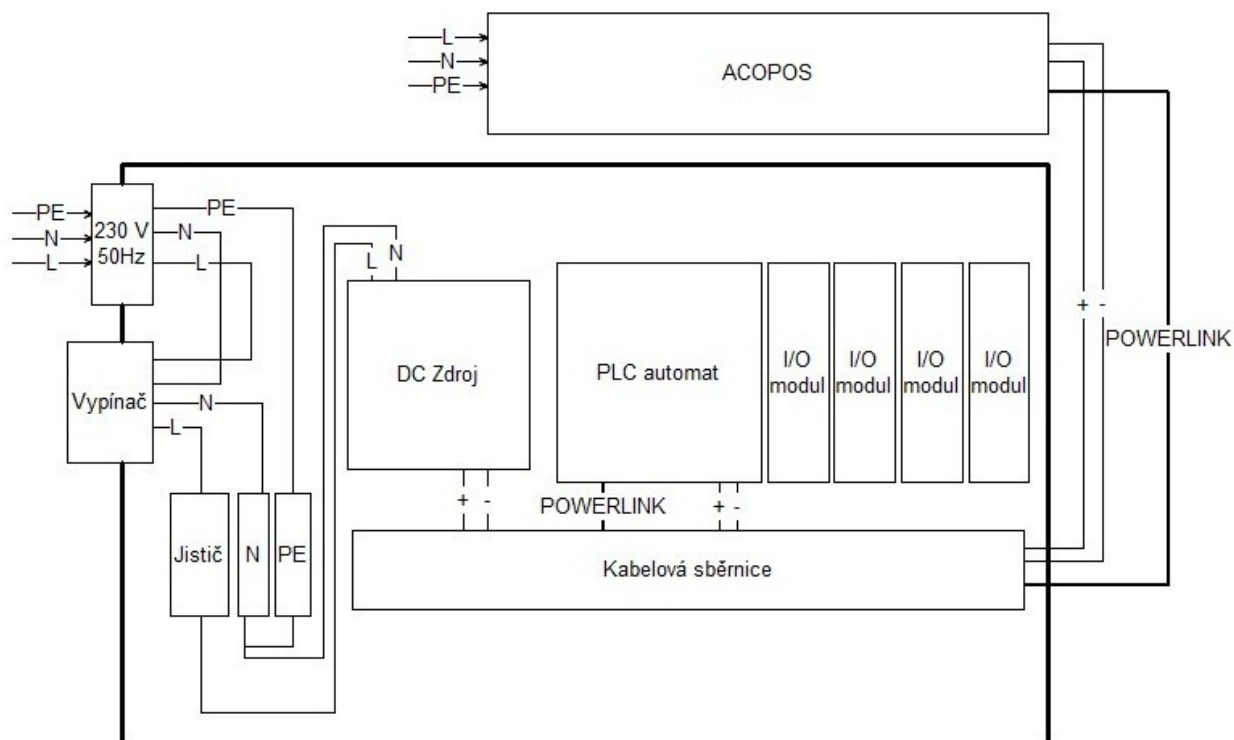
Jako poslední bod této práce bylo navrhnutí a případně odzkoušet na reálném modelu demonstrační program a rozhraní, které bude používáno studenty při laboratorních úlohách na Technické univerzitě v Liberci. Na demonstračním programu bude studentům ukázána funkčnost celého zařízení, podle něhož budou následně psát vlastní ovládací programy. Rozhraní bylo navrženo jako softwarová mezivrstva studentských programů a programu Basic obsaženém v Automation Studiu. Vývojový software, demonstrační program a vyvinutá rozhraní budou popsány ve 4. kapitole.

Na Obr. 1 vidíme elektrické propojení zařízení využitých v této práci. Vidíme napájecí zdroj 24 VDC, který napájí PLC a ACOPOS, PLC automat komunikující s I / O moduly a servomotor ovládaný jednotkou ACOPOS.



Obr. 1: Blokové schéma modelu

Na obrázku 2 lze vidět rozložení zařízení v rozvodnici. ACOPOS je pro své rozměry umístěn vedle rozvodnice a s PLC automatem komunikuje pomocí POWERLINK.



Obr. 2: Rozložení použitých komponent v rozvodnici



## ***2. Technické parametry použitých zařízení***

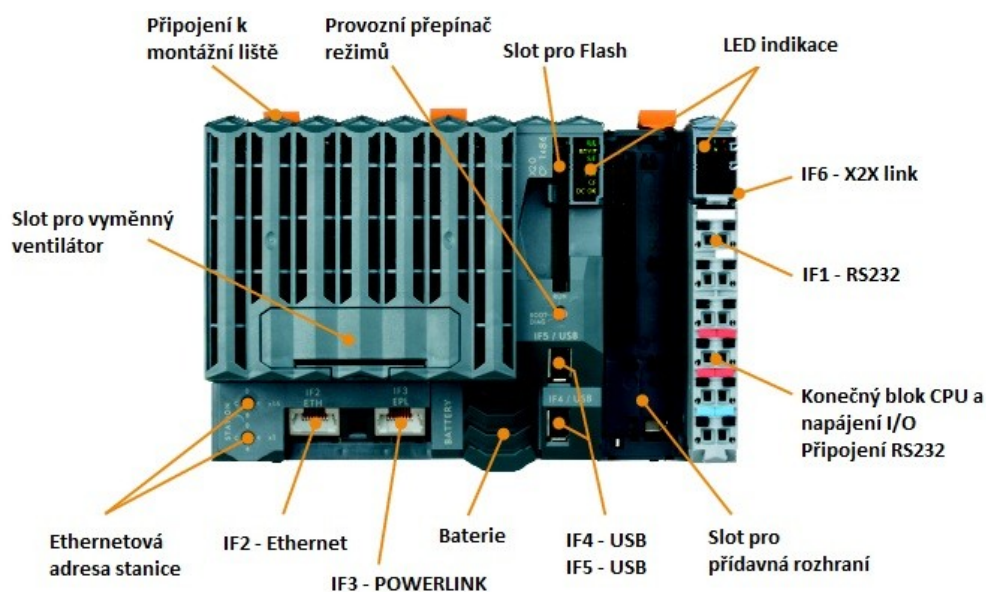
Jelikož byla v práci použita celá řada elektronických zařízení, myslím si, že seznámení s nimi bude na začátek velmi důležité. Pro pohyb vozíku po vertikální stojně byl pořízen synchronní motor od firmy B&R. Aby pohon bylo možné řídit, bylo nutné připojit ovládací jednotka servomotoru s názvem ACOPOS. Do ACOPOSu byl nahrán ovládací program, který se stará o nastavování parametrů servomotoru. Jelikož polohu kabiny budou detekovat indukční snímače, zmíním i základní charakteristiku použitých snímačů. Stejný druh snímačů byl použit i pro detekci polohy pro zrychlení, respektive zpomalení a v neposlední řadě bude popsáno zařízení, které všechny tyto komponenty ovládá, tedy PLC automat od firmy B&R, který je hlavním ovládacím prvkem. Zmíním se pouze o základních parametrech zařízení, detailní popis všech zařízení lze nalézt na internetových stránkách firmy B&R [2], produktovém katalogu nebo v Helpu programu Automation Studio [4].

### ***2.1 Řídící jednotka***

Vybraným typem řídicí jednotky je PLC automat od rakouské firmy B&R, konkrétně se jedná o systém X20.

Řídící jednotka je nejdůležitější částí celého modelu. Ovládá ACOPOS, který posílá parametry potřebné k pohybu do servomotoru. Díky řídicí jednotce a připojeným vstupně výstupním modulům, jsou také řízeny signály ze senzorů. Přesný model PLC automatu, který byl zakoupen nese název X20CP1585. Sama řídicí jednotka neobsahuje žádné vstupně / výstupní moduly. Tyto moduly je nutno objednat samostatně. Systémy X20 jsou používány pro řízení v nejrůznějších průmyslových odvětvích.

Následující obrázek 3 ukáže základní podobu PLC zařízení a všechna obsažená rozhraní.



Obr. 3: Základní rozložení PLC systému řady X20CPxxxx [4]

### 2.1.1 X20CP1585

Základem použitého PLC automatu je procesor Intel ATOM o frekvenci 333 MHz. Velkou výhodou těchto systémů je optimální poměr cena / výkon. Základní model obsahuje většinu klasických rozhraní jako je USB, Ethernet, POWERLINK V1 / V2 a hlavní výhodou je zálohovací CompactFlash. V této aplikaci bude přes interface POWERLINK připojena jednotka ACOPOS.

Tab. 1: Technické parametry X20CP1585

X20CP1585	
Procesor	Atom E640T
Rozhraní	1x RS232, 1x Ethernet, 1x POWERLINK V1/V2, 2x USB, 1x X2X Link
ACOPOS	Ano
Vstupní napětí	24 V DC -15% / +20%
Vstupní proud	max. 2.2 A
Výstupní napětí	24 V DC
Výstupní proud	10.0 A
Spotřeba energie	8.8 W
CompactFlash	Ano



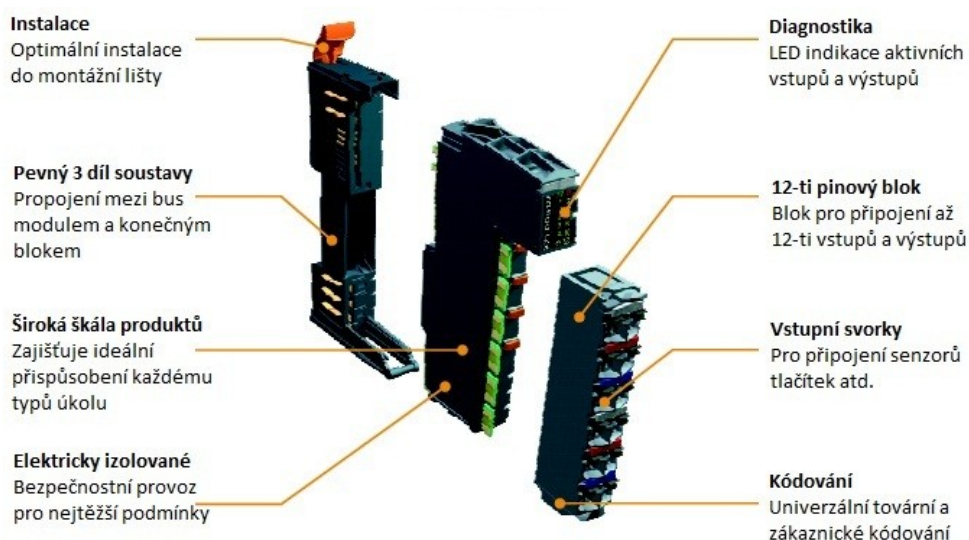
### 2.1.2 I / O moduly

Všechny vstupně / výstupní moduly bylo nutné objednat s PLC automatem, jelikož samotná řídicí jednotka neobsahuje žádné vstupně / výstupní moduly. Firma B&R má k dispozici mnoho přídatných vstupů a výstupů. Moduly mohou mít jak analogové vstupy a výstupy, tak i digitální. Ve své práci využívám pouze digitálních modulů. Digitální moduly se dělí podle počtu vstupů, respektive výstupů. V této práci bylo použito dvou digitálních vstupů a dvou digitálních výstupů.

Použité vstupní moduly, jeden se šesti a druhý se čtyřmi digitálními vstupy, nesou označení DI6371 a DI4372. Pro zadanou aplikaci bylo potřeba pouze osmi vstupů, ale dosáhl jsem celkem deseti vstupů.

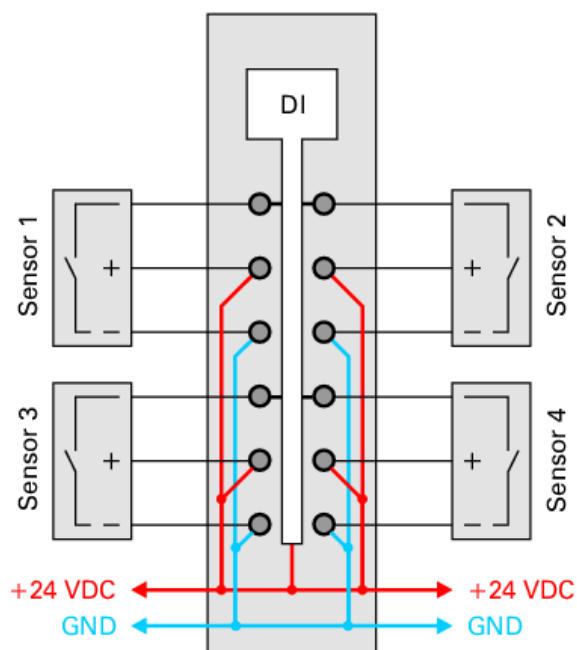
Výstupní moduly byly použity také dva, ale s odlišným počtem výstupů. Jeden z těchto modulů obsahuje dvanáct výstupů, druhý čtyři. Jejich označení je DO9322 a DO4331.

Každý z modulů je složen ze tří částí a je napájen po sběrnici X2X link. Na následujícím obrázku 4 je znázorněno klasické složení vstupních a výstupních modulů.



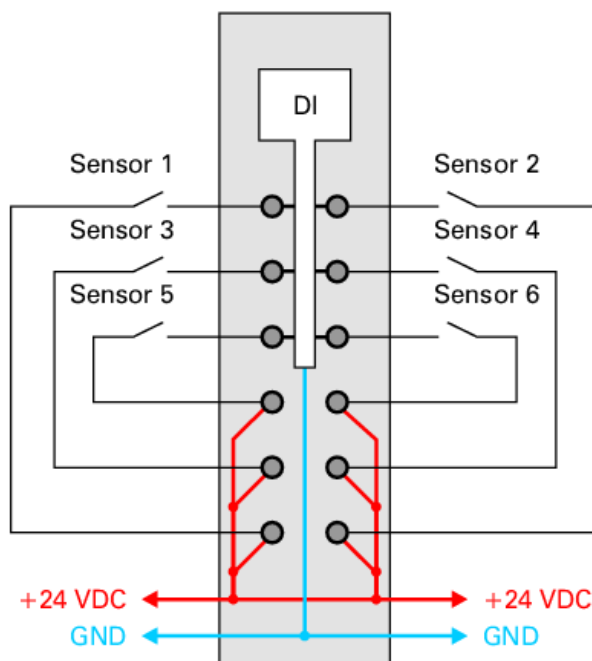
Obr. 4: Popis vstupně výstupního modulu [4]

Vstupní modul DI4372 je vybaven čtyřmi vstupy, a senzory se k němu připojují 3vodič. Na následujícím obrázku 5 je možné vidět, jak se do tohoto modulu zapojují senzory a také je z obrázku zřejmé, že je napájen externě a to z PLC X2X link. Všechny vstupně / výstupní moduly jsou napájeny stejným způsobem.



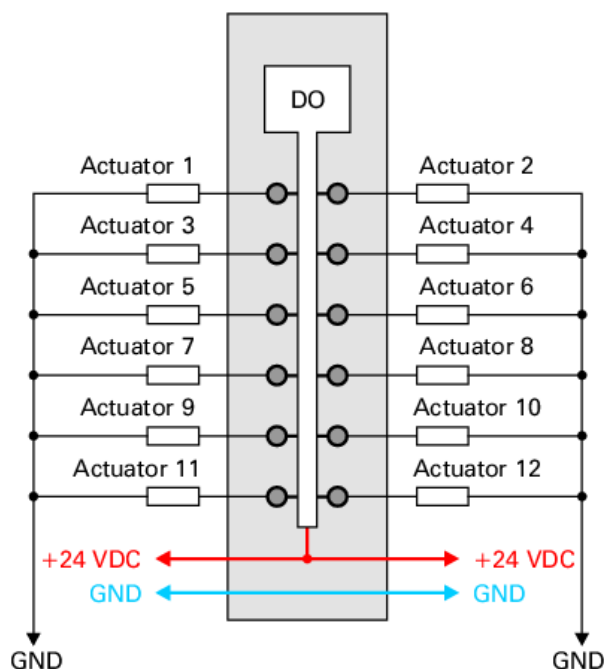
Obr. 5: Připojení senzorů k modulu DI4372 [4]

Další vstupní modul je typu DI6371. Tento modul je vybaven šesti vstupy. Připojení senzorů k modulu je 1vodič nebo 2vodič. Na obrázku 6 je možné vidět připojení senzorů k modulu.



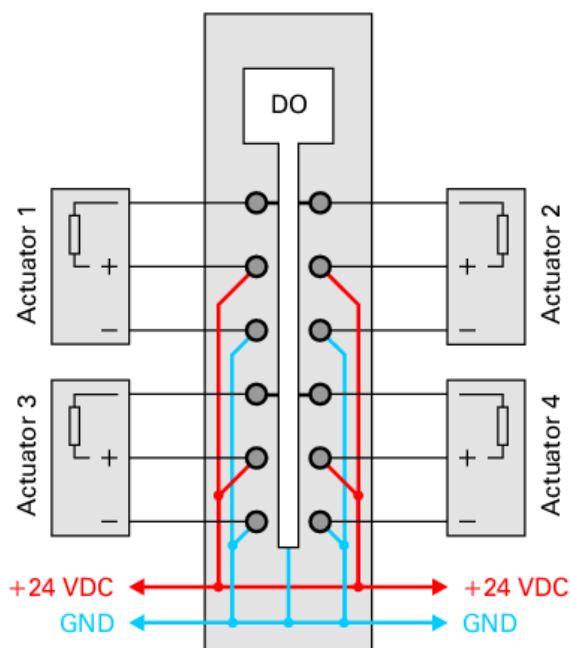
Obr. 6: Připojení senzorů k modulu DI6371 [4]

Jako jeden z výstupních modulů byl použit model DO9322, který je 12pin. To znamená, že na tento výstup lze připojit až 12 aktuátorů. Připojení je 1vodič, jak ukazuje nadcházející obrázek 7.



Obr. 7: Připojení aktuátorů k modulu DO9322 [4]

Druhý výstupním modulem je typ DO4331. K tomuto modulu se aktuátory připojují 3vodič. Specialitou tohoto výstupního modulu je, že výstupní proud může být až 2 A.



Obr. 8: Připojení aktuátorů k modulu DO4331 [4]



Důležitým parametrem vstupně / výstupních modulů je, zda jsou aktivní v nízké úrovni (log. 0) nebo ve vysoké úrovni (log. 1). Tento parametr je důležitý zejména pro výběr typů induktivního snímače. V tabulce 2 jsou shrnuty nejdůležitější vlastnosti vstupně / výstupních modulů.

Tab. 2: Technické parametry I / O modulů

Parametr	DI6371		DI4372		DO9322	DO4331
Připojení k modulu	1 nebo 2 - vodičové		3 - vodičové		1 - vodičové	3 - vodičové
Jmenovité napětí	24 VDC		24 VDC		24 VDC	24 VDC
Jmenovitý výstupní proud	-		-		0.5 A	2.0 A
Přepínání 0 -> 1 (1 ->0)	-		-		<300μs (<300μs)	<300μs (<500μs)
Rozhodovací úroveň	High	Low	High	Low	-	-
	>15 VDC	<5 VDC	>15 VDC	<5 VDC		
Spotřeba	0.88 W		0.59 W		1.15 W	0.49 W

## 2.3 Pohon

Pokud řeknu pohon, není tím myšlen pouze servomotor, který pohybuje kabinou výtahu, ale jde o spojení řídicí jednotky motoru s názvem ACOPOS a o samotný servomotor. Až po spojení těchto dvou zařízení se lze bavit o pohonu. Samotný servomotor totiž nelze ovládat pouze PLC zařízením a to proto, že obsahuje snímač otáček a na to je speciálně uzpůsobena ovládací jednotka ACOPOS, respektive jeden z jeho přídatných modulů. Dále se nejprve seznámíme s použitým servomotorem a poté s jeho ovládací jednotkou a použitými přídatnými kartami.

### 2.3.1 Synchronní motor

Pro aplikaci byl zvolen synchronní motor od firmy B&R. Synchronní motor ovládá pohyb lineárního zařízení od firmy MayTec. Tento synchronní motor je uveden v katalogu pod názvem 8LVA23.B1030D300-0. Jelikož jde o synchronní motor, otáčky se mění frekvenčním měničem, který zde byl zastoupen jednotkou ACOPOS. Tou se budu blíže zabývat v dalším bodě.



Synchronní motor má velmi hladkou momentovou charakteristiku, a proto se na tuto aplikaci hodí. Motor není určen pro aplikace s příliš velkými záběrovými momenty, ale jelikož v této práci nebudou použity velké záběrové síly, motor je více než dostačující.

Motor byl k řídicí jednotce ACOPOS připojen pomocí dvou konektorů, které jsou umístěny na horní straně motoru (Obr. 9). Jeden konektor je pro připojení brzdy, teplotní ochrany a napájení s jednotkou ACOPOS. Tento konektor se napojí přímo do předem připravených kontaktů na řídicí jednotce pomocí 8pin kabelu 8BCM0002.1034C-0. Druhý z konektorů je pro ovládání EnCoderu. Ovšem ten pro připojení k ACOPOSu potřebuje ještě přídavnou kartu, o které se více zmíním v odstavci o ACOPOSu.

Nejpodstatnější parametry byly vybrány a shrnuty do nadcházející tabulky 3.

Tab. 3: Základní parametry synchronního motoru

Synchronní motor 8LVA23.B1030D300-0	
Proud	5.8 A
Napětí	57 V
Moment	1.3 Nm
Záběrový proud	6.0 A
Záběrový moment	1.35 Nm
Otáčky	3000 rpm
Brzda	24 VDC
Brzdný moment	2.2 Nm



Obr. 9: Synchronní motor [2]



### 2.3.2 ACOPOS

Jak bylo již zmíněno na začátku kapitoly, tak pro pohyb lineárního zařízení je potřeba kromě motoru i řídicí jednotka, teprve potom se můžeme bavit o pohonu. Řídicí jednotka použitá pro tuto aplikaci má název ACOPOS. Konkrétně jde o model ACOPOS 1016.50-2. Ke každému ACOPOSu lze připojit další moduly, pomocí kterých se ovládá například servomotor a jiné periférie. Samotná řídicí jednotka neobsahuje žádné ovládací parametry a nemůže pracovat sama bez PLC automatu. Ovládací parametry jsou nahrány právě z PLC. Pokud se ACOPOS vypne, dojde ke smazání parametrů a musí být nahrány znovu. ACOPOS neobsahuje baterii, která zálohuje paměť a uchovává ovládací program, jako tomu je u PLC. Systém ACOPOS je určen pro provoz na jednofázové i třífázové síti. V této aplikaci je připojen pouze na jednofázovou síť. Systém má integrovaný síťový filtr, brzdňý odpor a elektronické blokování restartu. V tabulce 4 jsem shrnul základní parametry ovládací jednotky ACOPOS. Na obrázku 10 zle vidět ACOPOS.

Tab. 4: Technické parametry ACOPOS 1016.50-2

ACOPOS 1016.50 - 2	
Přípustné síť	TN, TT
Vstupní napětí	3x 110 VAC a 230 VAC $\pm 10\%$ nebo 1x 110 VAC a 230 VAC $\pm 10\%$
Frekvence	50 / 60 Hz $\pm 4\%$
Proud	3.2 A
Příkon	max. 2.1 kVA
Výkonová ztráta bez brzdňého odporu	110 W
Výkon brzdňého odporu	130 W
Špičkový výkon brzdňého odporu	1.9 kW
Brzdňý proud	1.6 A



*Obr. 10: ACOPOS 1016.50 – 2 [2]*

Na předním panelu (Obr. 10) můžeme vidět tři sloty pro přídavné moduly a také svorkovnici pro připojení stejnosměrného napájení, limitních snímačů a také pro uzemnění. Limitní snímače jsou používány při Homingu, který se musí udělat při každém spuštění tohoto zařízení, aby byla přesně definována poloha osy.

Pro tuto aplikaci byly využity dva přídavné moduly, které slouží pro spojení ACOPOSu s PLC automatem a pro vyhodnocení informací ze snímače polohy v servomotoru.

#### **2.3.2.1 Modul AC114**

Jak jsem se již zmínil, tak pro spojení PLC automatu s ACOPOSem je třeba modulu, který se označuje 8AC114.60-2. Modul je vybaven rozhraním POWERLINK V2. Toto rozhraní průmyslové sběrnice se používá pro komunikaci a nastavení parametrů v ACOPOSu pro servomotor. Modul AC114 (Obr. 11) je vybaven dvěma standardními zásuvkami RJ45 a jeho baud rate je až 100 Mb / s.



*Obr. 11: Modul AC114 [2]*



Pod zásuvkami RJ45 jsou vidět prvky, kterými se nastavuje adresa stanice. Adresa je určena v HEX kódu.

### 2.3.2.2 Modul AC126

Tento modul je důležitou součástí ACOPOSu, jelikož vyhodnocuje informace ze snímače polohy v servomotoru. Jede o typ EnDat 2.2 a dekóduje data ze snímače. Má velmi vysokou přesnost při zpracovávání analogových dat. Modul je se servomotorem propojen pomocí kabelu 8BCF0002.1221B-0. Typ připojovacího konektoru je 9pin DSUB.



Obr. 12: Modul AC126 [2]

## 2.4 Napájecí zdroj

Zdroj je od firmy B&R a byl zde použit pro napájení PLC automatu, indukčních senzorů a LED diod pro podsvícení tlačítek. ACOPOS pro svou funkci vyžaduje napětí 24 VDC.

Jedná se o jednoduché zařízení pro transformaci z jednofázového síťového napětí 230 VAC do 24 VDC. Výstupní proud může být do 4.2 A, ale jeho hlavní předností je jednoduché upevnění na DIN lištu, stejné jako má PLC, což velice usnadňuje instalaci a případnou výměnu zdroje. Typ modelu byl zvolen OPS1042.2, který vidíme na následujícím obrázku 13. Podrobnější informace naleznete v Helpu Automation Studia [4].





Obr. 13: Napájecí zdroj 24 VDC [2]

## 2.5 Senzory

Pro detekci aktuální polohy patra a také pro detekci polohy zrychlení nebo zpomalení kabiny budou použity indukční snímače. Jeden z hlavních parametrů snímačů je aktivní vzdálenost. Vybrány byly snímače s aktivní vzdáleností do 1.5 mm.

I u snímačů bylo nutné si dát pozor, jak vlastně spíná. Zda spíná proti zemi nebo proti kladnému napětí. Neméně podstatným parametrem u snímacího prvku je, zda jde o typ PNP a nebo NPN. V této aplikaci bylo potřeba sedm indukčních snímačů. Tři na detekci patra a čtyři na detekci zrychlení, respektive zpomalení. Snímače vstupují do I / O modulů u PLC automatu a jeden snímač byl navíc přiveden do ACOPOSu kvůli tzv. Homingu.

Zvoleny nakonec byly snímače s označením IA08BSF15NOM5 typu NPN. Jde o senzor s otevřeným kolektorem. Rozměry snímačů jsou M8 x 45 se závitem M8 x 1 x 25. Nejzákladnější parametry použitých senzorů budou shrnuty v tabulce 5.

Tab. 5: Parametry indukčního snímače [3]

Indukční senzor	
Aktivní vzdálenost	1,5 mm
Jmen. napětí	10 - 30 VDC
Krytí	IP 67
Výstupní proud	< 200 mA
Materiál	nerez ocel
Indikační LED	ano
Pracovní frekvence	2 kHz



Na obrázku 14 je vidět použitý indukční snímač.



*Obr. 14: Použitý indukční snímač [7]*



### 3. Mechanika modelu

První částí pro úspěšné vypracování bakalářské práce bylo promyslet a rozvrhnout si konstrukční model. To znamená, jak bude vypadat, jak by se měl chovat a hlavně aby co nejefektivněji demonstroval řízení polohy. Proto byla s vedoucím práce domluvena konstrukce, která bude připomínat model výtahu. Na takovém modelu si každý hned představí, co je jeho hlavním úkolem. Do šířky a do hloubky by měla být maximálně okolo 50 cm. Výška byla navržena tak, aby bylo vidět i to, jak kabina při dojezdu do patra změni rychlost.

Důležité také bylo vybrat správný konstrukční materiál. Vybraný materiál by měl být pevný, spolehlivý, lehký a cenově dostupný. Proto byly nakonec vybrány hliníkové profily od německé firmy MayTec. Tyto profily distribuuje firma z Lučan pod Nisou, Moas cs s.r.o. Důležitým faktorem při výběru byla i flexibilita při návrhu konstrukce. Z těchto profilů se navrhuje velice složité a rozsáhlé konstrukce ve všech odvětvích průmyslu.

Jelikož navržená konstrukce z těchto profilů byla moje první, byl jsem odkázán na pana Nováka z firmy Moas cs s.r.o., který mi pomohl s optimalizací konstrukce. Bylo navrženo mnoho typů konstrukcí, ale nakonec byla vybrána optimální verze jak z hlediska pevnosti, tak i z ekonomického hlediska.

Konečná verze tedy bude vypadat tak, že na pojízdném stolku, který bude vysoký 60 cm, bude přidělena přídržná konstrukce, která bude držet dvě vertikální stojny. První a zároveň hlavní stojna, po které se bude pohybovat kabina výtahu, bude z profilů o rozměrech 80x40. A druhá stojna, na které budou přidělena tlačítka a induktivní snímače, bude z profilů o rozměru 60x40. Přídržná konstrukce bude z profilů o rozměrech 60x40, a to z toho důvodu, aby se daly přidělat ke stojnám dvěma šrouby a nedocházelo k výkyvům stojen. Tato optimalizace mi byla doporučena technikem firmy Moas cs s.r.o., panem Ing. Novákem. Firma MayTec se zabývá samozřejmě nejen statickými profily, ale také dynamickými prvky. Tím mám na mysli lineární pojezdy a různé pohony k rozpohybování pásu linky a podobně. Při svém prvním návrhu byl vybrán lineární pojezd, který velice dobře demonstroval kabinu výtahu. Při první konzultaci mi byla doporučena jiná, lacinější varianta, která v takto malé aplikaci bude pracovat stejně efektivně. Alternativní variantou byl vozík s názvem Eco-Slider. Lineární vedení s tímto vozíkem bylo nutné zhotovit na zakázku přímo u německé firmy MayTec. Tím se dodací lhůta prodloužila o několik týdnů. Motor byl připevněn přímo k hlavní vertikální stojně. Vyvedená hřídel se zapojí přímo do lineárního vedení.

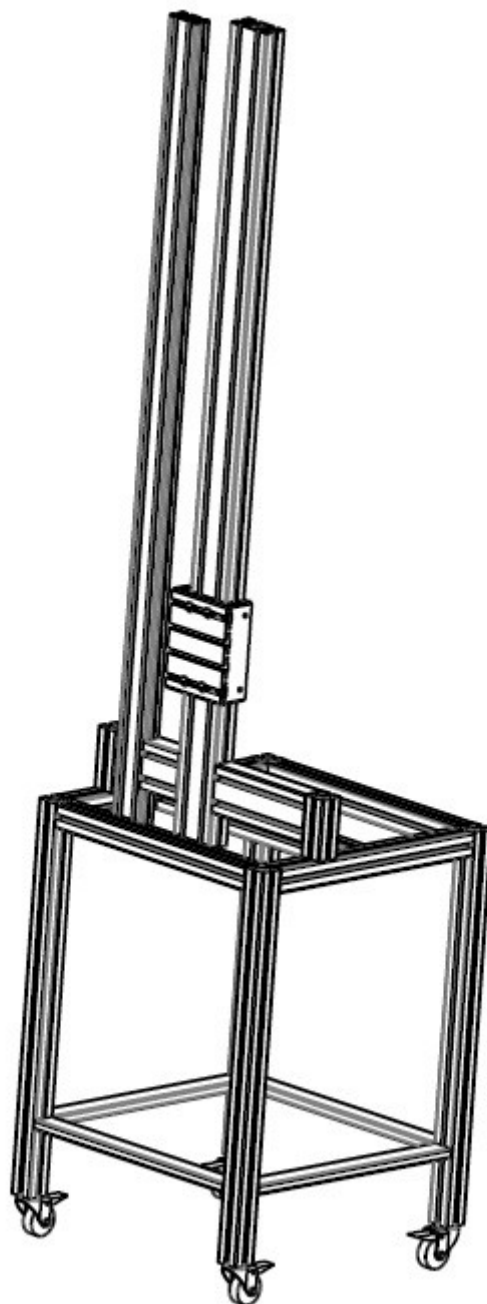
Rozvodnice s elektrickým zařízením bude nainstalována na druhé polovině podpůrného vozíku. Tam byl navržen prostor právě pro tuto rozvodnici a samozřejmě pro řídicí jednotku



motoru ACOPOS. Jednotka bude muset být umístěna za rozvodnicí, a to nejen kvůli rozměrům, ale také kvůli chlazení. Uvnitř rozvodnice se bude nacházet PLC zařízení, napájecí zdroj na 24 VDC a jistící prvky. Do rozvodnice bude přivedeno síťové napětí 230 VAC.

Konstrukci bylo nejprve nutné navrhnout v konstrukčním programu. Celý model byl navržen v programu, který má firma MayTec volně ke stažení na svých internetových stránkách. Program má název MayTec 3D Designer. Jde o program čistě pro práci s profily od firmy MayTec. V knihovně najdeme všechny statické prvky, které firma distribuuje. Proto lze díky tomuto programu navrhnout poměrně složitou konstrukci. Hlavní výhodou tohoto konstrukčního programu je fakt, že vykonstruovaný model si můžu vyexportovat v neutrálním formátu pro grafické konstrukční programy jako je CAD, Investor atd. Tento neutrální formát má příponu \*.STEP.

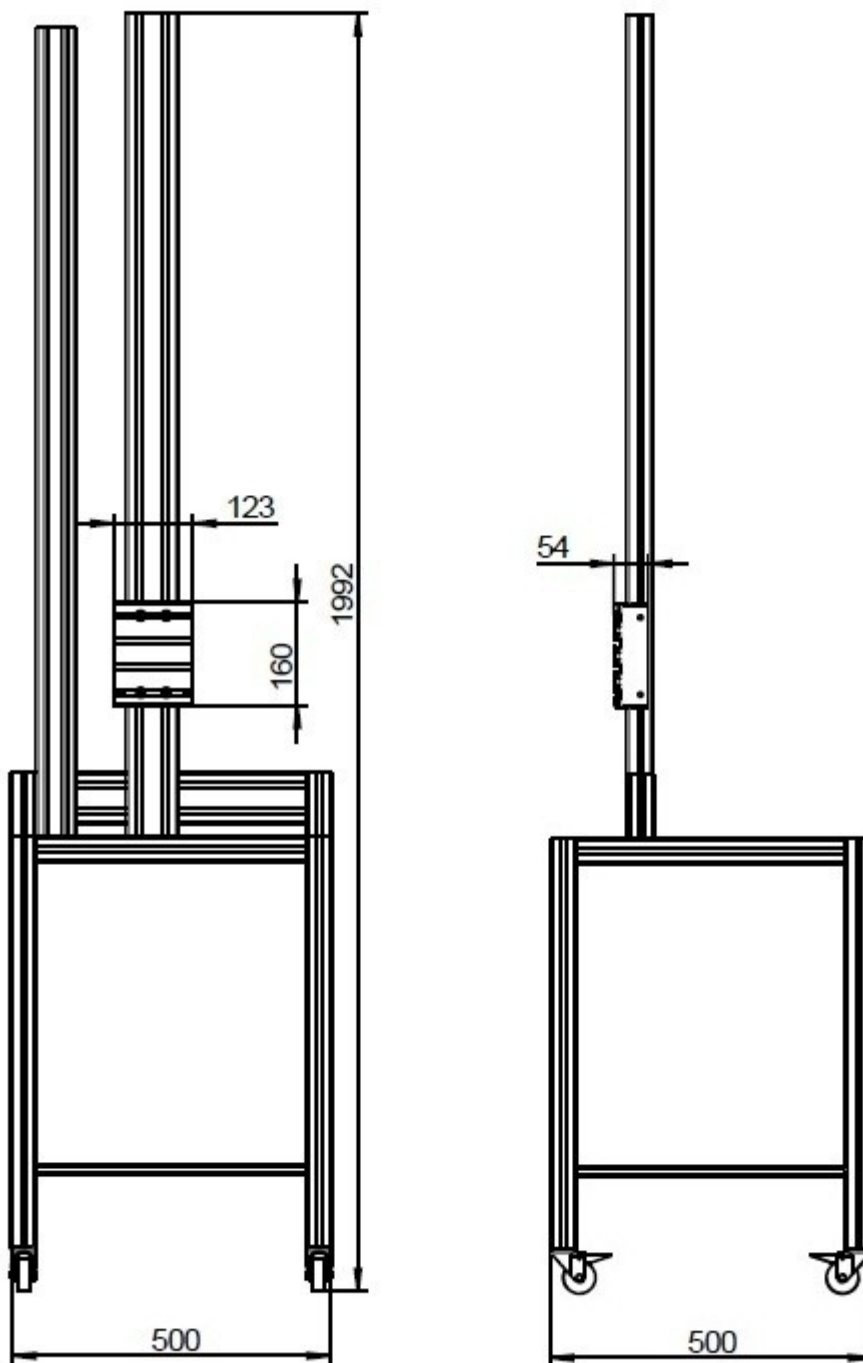
Konečnou verzi konstrukce můžeme vidět na obrázku 15. Jde o konstrukci vymodelovanou v programu MayTec 3D Designer.



*Obr. 15: Konstrukce výtahu ve 3D*

Na obrázku 15 bylo možné vidět rám konstrukce. Později bude doplněna lineárním vedením. To ovšem na obrázku vidět nebude, jelikož MayTec neposkytuje 3D model lineárního vedení. Za stojnami bude umístěna rozvodnice a pod hlavní stojnou, na které je vozík, bude připevněn motor. Stoleček byl před konečnou verzí ještě doplněn o čtyři profily o rozměrech 20x40, a to kvůli pevnosti konstrukce při přemísťování. Kusovník použitého materiálu naleznete v příloze č. 1.

Na obrázku 16 můžeme vidět rozměry konstrukce. Zakótování proběhlo v konstrukčním programu CAD.



Obr. 16: Rozměry výtahu



## 4. Ovládací programy

V následující a také poslední kapitole se budeme bavit o řídicím programu a jeho funkci. Stručně představím vývojové prostředí Automation Studio 3.0.90. Řeknu, jaké mám možnosti a jak spojit program s reálnými perifériemi a přiřadit vstupy a výstupy použitým proměnným. Pak vysvětlím funkčnost demonstračního programu, který byl vytvořen v Automation Studiu. Nakonec bude řečeno něco k vytvořeným rozhraním, která budou studenti používat při laboratorních úlohách k ovládání kabiny výtahu.

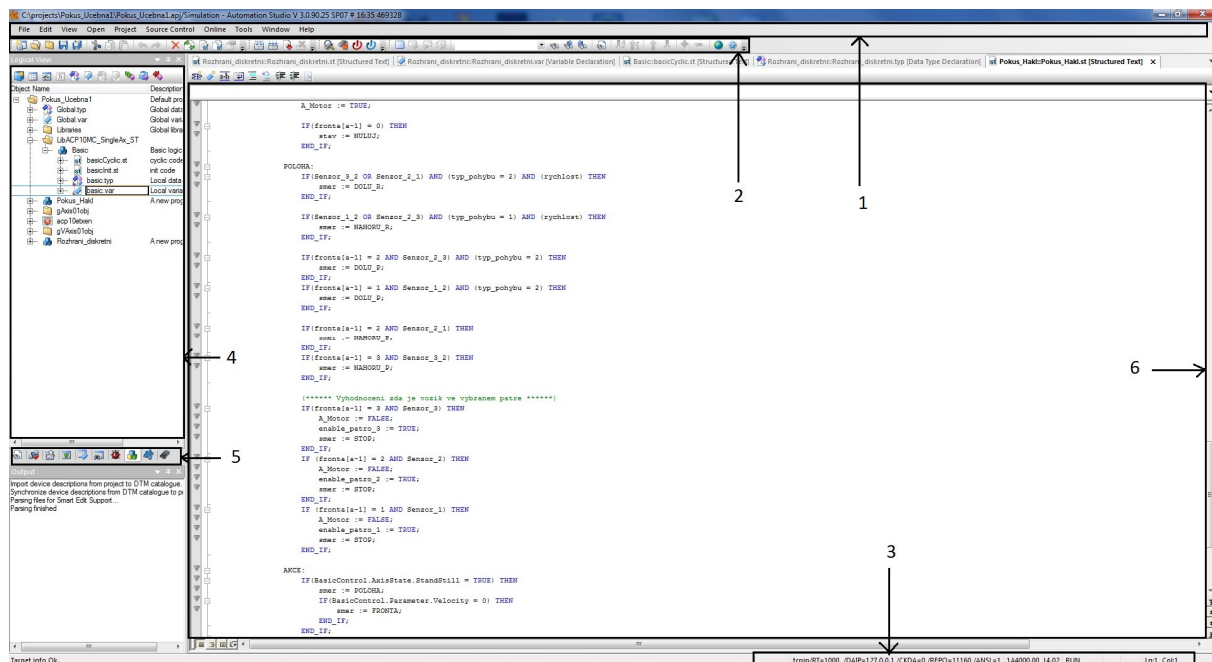
### 4.1 Automation Studio 3.0.90

Tento program byl vyvinut vývojáři z firmy B&R. Jedná se o vývojové prostředí určené pro tvorbu ovládacích programů pro PLC automaty, tvorbu vizualizací a parametrizaci pohonů.

Projekt lze rozdělit do tří hlavních sekcí. První je Logical view, kde se zobrazuje čistě program nezávislý na hardwaru. Zde se přidávají datové typy, proměnné, nové struktury atd. Hlavní funkcí této záložky je tedy přidávání nového objektu, vkládání existujícího projektu a editování těchto projektů. Také se zde dostanu ke všem proměnným, které používám. Samotný program je rozdělen do tří částí. Část nazývaná INIT se při spuštění programu provede pouze jednou a slouží například k nastavení počátečních parametrů. Následuje druhá část s názvem CYCLIC, která se neustále opakuje. Do této části se píšou ovládací programy. Nakonec třetí část s názvem EXIT, která se využívá ojediněle. Druhou sekcí je Configuration view, který slouží ke konfiguraci hardwaru v aplikaci. Jeden program lze vykonávat na různých typech hardwaru. V sekci Configuration view může být několik hardwarových konfigurací. Zde si můžu vybrat například mezi reálným PLC a nebo simulací, která slouží pro ladění ovládacího programu. Poslední sekcí je Physical view, který představuje detailní pohled na zvolenou hardwarovou konfiguraci. Připojují se zde například I / O moduly, a jejich vstupy a výstupy se propojují s proměnnými v programu. Důležitou věcí při vkládání I / O modulů je dodržet jejich pořadí přesně tak, jak máme na fyzickém zařízení, aby PLC mělo přesné informace, jaký typ I / O zařízení má obsluhovat. A také se v této záložce musí určit, s jakou periodou se bude obslužný program provádět. To se definuje v nastavení samotného PLC automatu v Software configuration. Je na výběr až mezi osmi časovými intervaly. Na následujícím screenu (Obr. 17) bude vidět pracovní prostor Automation Studia.

Automation Studio samozřejmě podporuje celou řadu programovacích jazyků od Instrukčního listu přes Ladder diagram až po C. Programovací jazyk si musí vývojář vybrat hned

při zakládání projektu. Ovládací programy v této práci byly psány ve strukturovaném textu. Ten se nejvíce přibližuje instrukční sadě programovacího jazyka Pascal nebo C viz. [6].



Obr. 17: Prostředí Automation Studia

Popis základních částí pracovní plochy programu Automation Studio 3.0.90 :

1. Main menu
2. Toolbar
3. Status bar
4. Project Explorer
5. Output Windows
6. Program workspace

## 4.2 Demonstrační program

Demonstrační program byl vytvořen za účelem předvedení funkčnosti modelu pro studenty, kteří budou později pracovat s tímto modelem a zkusí programovat své vlastní ovládací aplikace. Na tomto programu by si měl student ucelit myšlenky funkčnosti. Program byl napsán pro demonstraci diskrétního řízení, tedy pomocí senzorů. Pro psaní ovládacího programu byl využit předpřipravený základní program ovládání osy s názvem Basic. Je napsán vývojáři z firmy B&R a zjednodušuje práci s ovládáním reálné osy. Program Basic je pro vývojáře ulehčením ovládání MC funkcí, kterých je mnoho a trvalo by delší dobu, než by se vývojář

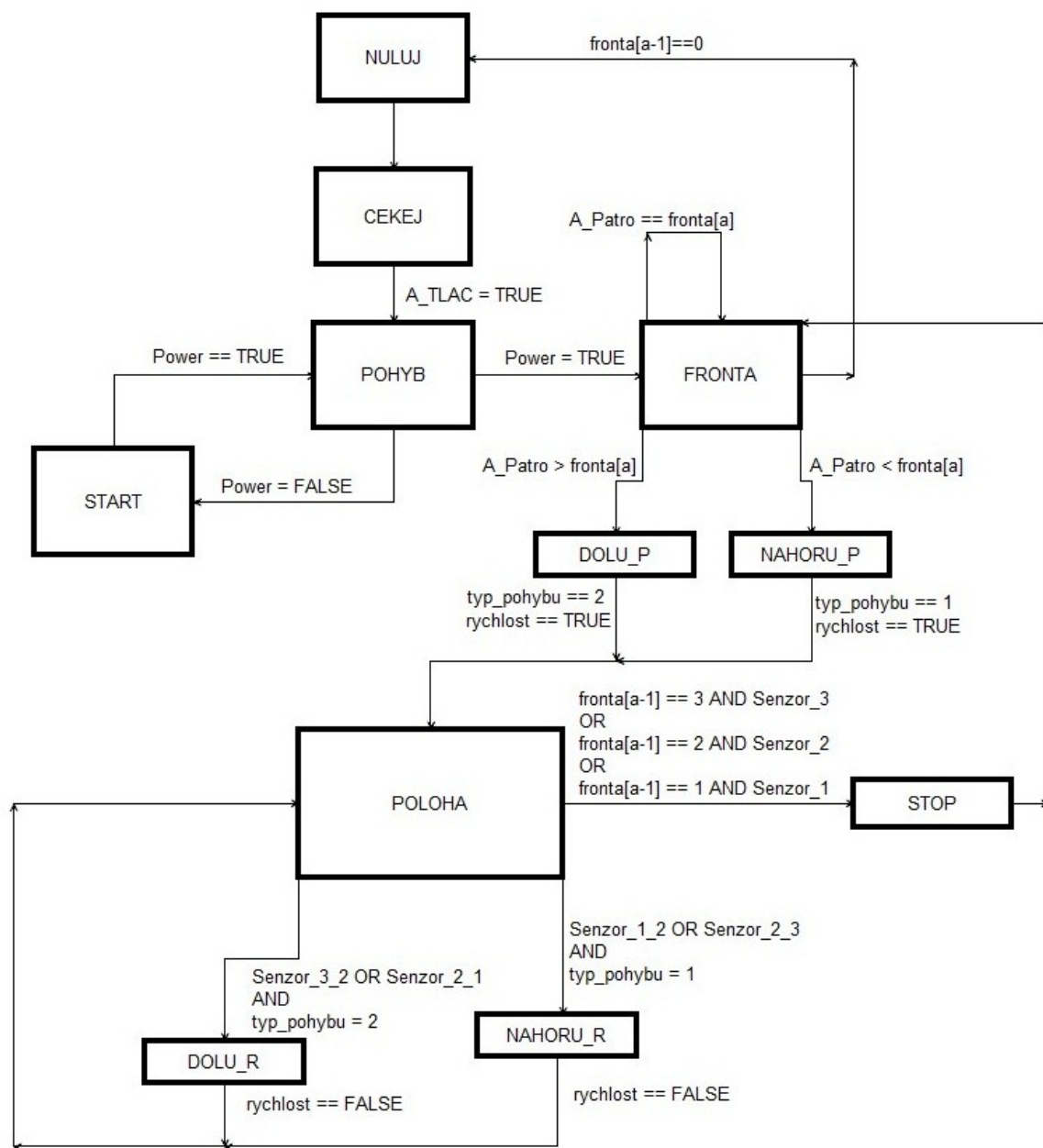




orientoval v tak rozsáhlém prostředí funkcí. MC funkce jsou nejspodnější vrstvou ovládacího softwaru v Automation Studiu pro ovládání osy a jsou standardem PLCopen viz. [8]. Ukázkou MC funkcí je například příkaz MC\_Power ovládající spouštění motoru. Další MC funkce viz. [4]. PLCopen je organizace, která zvyšuje efektivitu aplikačního softwaru tím, že standardizuje knihovny, jako je Motion Control a zvyšuje tak hardwarovou nezávislost.

Demonstrační program byl navržen jako stavový automat s několika stavy, do kterých se vykonávaný program dostane po splnění určitých podmínek. Na stavovém diagramu (Obr. 18) je vidět architektura programu. Pokusím se ho stručně popsat.

Při spuštění je nejprve vyvolán INIT, což je část programu, která se vykoná jako první, ale pouze jednou. Zde přiřadím počáteční hodnoty zrychlení a zpomalení. Tyto parametry zůstanou v průběhu vykonávání programu konstantní. Jako defaultní stav je nastaveno nulování, kde se vynulují všechny proměnné a fronta příkazu. Fronta příkazů je pole, do kterého se ukládají reakce tlačítek. Pak se přejde do stavu CEKEJ, kde se určí aktuální patro. V tomto stavu setrvává, než uživatel provede akci, tedy stiskne tlačítko. Tím požaduje pohyb kabiny do jiného patra. Vyhodnotí se aktuální patro a následné požadované patro. Ve stavu POHYB se přiřadí typ pohybu například POMALU\_DOLU a nastaví se potřebné parametry pro pohyb, tzn. rychlost. Pak se vyhodnocují detekce senzorů, zda není aktivní senzor zrychlování, respektive zpomalování a nakonec jestli už kabina není v požadovaném patře. Pokud ano, přejdu do stavu, kde zjistím, zda ve frontě příkazů není další požadavek na pohyb. Pokud ano, vykoná se celý proces znovu. Tlačítka mohou samozřejmě aktivovat i při pohybu kabiny. Tento požadavek se uloží do fronty příkazů. Pokud je fronta příkazů vyčerpána, pak přichází na řadu stav nulování a následně stav čekání na další stisknutí tlačítka. To byl stručný popis demonstračního programu.



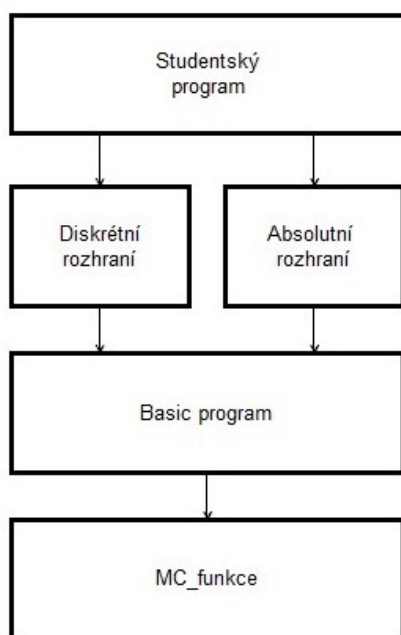
Obr. 18: Vývojový diagram demonstračního programu

### 4.3 Rozhraní

Základní myšlenkou při tvorbě rozhraní bylo, aby se programátorovi co možná nejvíce zjednodušila práce při tvorbě ovládací aplikace. Hned při spuštění Automation Studia a pokusu rozpoehybovat osu, jsem se setkal s jedním rozhraním naprogramovaným vývojáři B&R. Jde o program Basic, který ovládá MC funkce a programátorovi poskytuje pouze základní příkazy pomocí struktury BasicControl, kterou obsahuje již zmíněný program Basic.



Cílem bylo vytvořit takové rozhraní, kde programátorovi budou dány k dispozici pouze základní ovládací prvky, jako například směr pohybu, tzn. nahoru nebo dolů, a také budou moci ovládat rychlost pohybu, ale ne libovolně podle jejich uvážení. Budou mít pouze dvě funkce, a to pomalu nebo rychle. Parametry rychlosti, akcelerace a decelerace budou určeny předem a studenti v rozhraní nebudou mít možnost s těmito parametry manipulovat. Ovšem při použití rozhraní na úrovni absolutního polohování už programátor bude mít možnost měnit akceleraci, deceleraci a rychlost, ale pouze v omezeném rozsahu. U polohování pomocí senzorů je jasně dána maximální i minimální poloha, rychlost a zrychlení, respektive zpomalení kabiny. Při absolutním polohování to neplatí. Tam bylo nutno nadefinovat minimální a maximální polohu, aby nedošlo k mechanickému zničení modelu. Pokud by se stalo, že student překročí tyto limity, pak rozhraní přejde do stavu Error a podá informaci o tom, jaké chyby se programátor dopustil. Error tabulku nalezneme v příloze č. 4. Na obrázku 19 je možno vidět, jak vypadá softwarová vrstva s aplikovanými rozhraními.



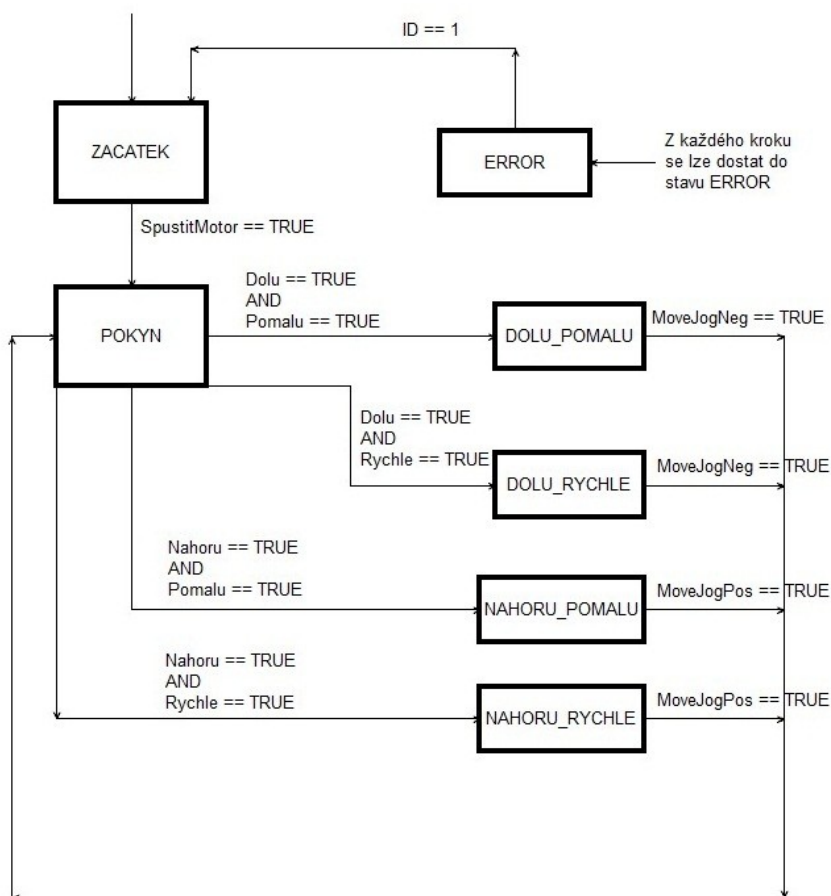
Obr. 19: Softwarové vrstvy

#### 4.3.1 Diskrétní rozhraní

V této části vývoje šlo o navržení takového programu, který se bude chovat jako rozhraní mezi programy, které budou psát studenti na laboratorních cvičeních a programem Basic. Bylo nutné napsat rozhraní, kde by osa šla efektivně ovládat, ale zároveň omezit možnosti studentů při programování proto, aby nedošlo k poškození motoru případně modelu. Program byl vymyšlen tak, že studenti budou moci vybrat pouze směr pohybu a budou mít na výběr ze dvou rychlostí.

Parametry akcelerace a decelerace nebudou v celém průběhu měněny. Student tedy bude pracovat se signály od snímačů a psát ovládací program pouze s omezeným počtem ovládacích příkazů. Na to byla vytvořena speciální datová struktura, obsahující parametry, které může student používat. Díky vytvořenému rozhraní bude možné propojit studentský program s programem Basic. To znamená, že pokud student například ve svém programu bude chtít pohybovat kabinou směrem dolů a pomalu, tak se tomuto rozhraní a struktuře nastaví v programu Basic adekvátní parametry pro pohyb osy dolů a zároveň rychlost, která byla určena jako pomalá. Ve vývojovém diagramu (Obr. 20) vidíme funkci diskrétního rozhraní.

V příloze č. 1 nalezneme diagram struktury s názvem DiskretniRizeni, kterou má student k vývoji ovládacího programu pro diskretní řízení k dispozici.

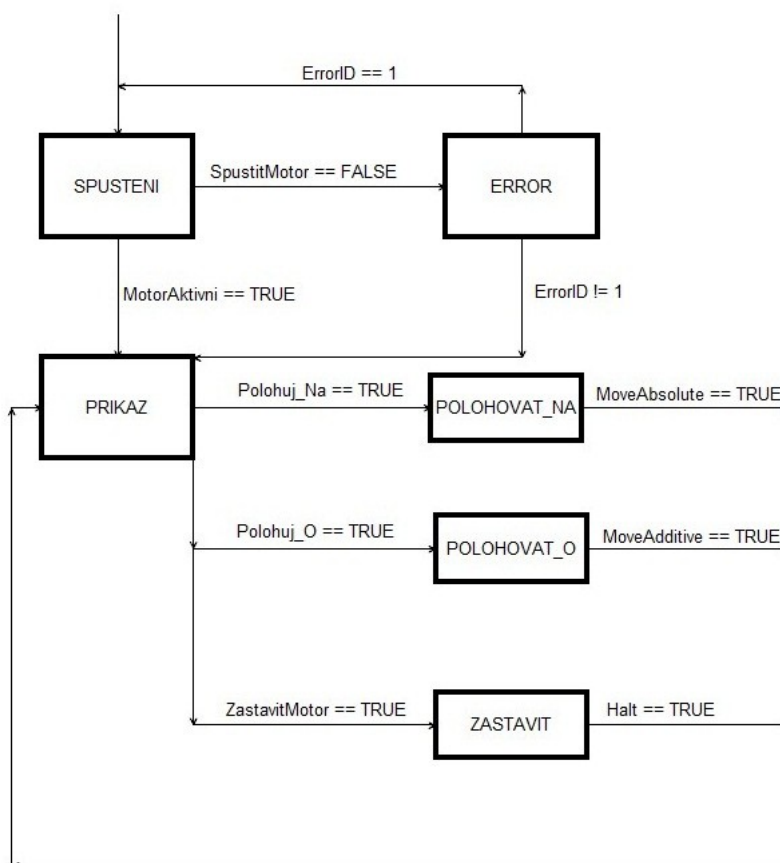


Obr. 20: Vývojový diagram diskrétního rozhraní

#### 4.3.2 Polohové rozhraní

Polohové rozhraní pracuje na podobném principu jako diskretní, jen s tím rozdílem, že programátor má k dispozici více možností. Může zde určovat parametry rychlosti, akcelerace a decelerace, a také je nutné určit konečnou polohu vozíku, tzn. absolutní polohu nebo

vzdálenost, o kterou se má vozík polohovat. Při absolutním polohování se nejprve musí provést tzv. Homing. Homing je nutný pro základní určení polohy osy, proto se musí provést jako první, ještě před započítáním všech ostatních příkazů, tedy hned po zapnutí motoru. Jako limitní senzor zvolím například první patro. Pohyb při Homingu je vždy zvolen předem právě podle výběru limitního snímače. Limitní snímače jsou obvykle krajní snímače, ale není to pravidlem. Až po Homingu může být teprve započato samotné polohování. Rozhraní hlídá, aby programátor nepřekročil povolenou rychlost, akceleraci atd. Nesmí se stát, že zadaná poloha by byla mimo reálný rozsah. Tím by pochopitelně kabina narazila do dorazu a mohlo by dojít k nenávratnému poškození konstrukce. Na všechny tyto problémy bylo nutno při návrhu rozhraní myslet. Funkce programu bude vidět na vývojovém diagramu (Obr. 21). Do přílohy č. 2 byl přiložen diagram struktury PolohaRizeni, kterou bude vývojář při absolutním programování své ovládací aplikace používat.



Obr. 21: Vývojový diagram absolutního rozhraní



## 5. Závěr

Navržena byla konstrukce o rozměrech 500x500x1992. Jedná se o model výtahu se třemi patry, kde se po vertikální stojně pohybuje kabina. Celková konstrukce je navržena a bude realizována z hliníkových profilů od firmy MayTec. Prvky rámu byly zakoupeny ve firmě, která produkty MayTec distribuuje zde v Čechách, ale pohyblivou část (lineární pohon s vozíkem Eco-Slider), rovněž z produkce firmy MayTec, bylo nutné objednat přímo u německé firmy. To však prodloužilo dodací lhůtu a zpomalilo realizaci konstrukce.

Navrženo bylo zapojení elektrických komponent použitých v modelu a umístění těchto prvků v rozvodnici. Po propojení byla odzkoušena funkčnost všech zařízení.

Programy byly odladěny ve vývojovém prostředí Automation Studio. Byl vymyšlen a naprogramován jeden demonstrační program pro ukázkou funkce modelu. Navrženy byly rozhraní ve formě programu a datových struktur, které mají studenti při vývoji své aplikace k dispozici. První rozhraní je určeno pro použití při polohování kabiny za pomoci induktivních snímačů a druhé rozhraní je navrženo pro absolutní polohování za pomoci informace ze snímače otáček v motoru. Vytvořena byla zadání pro laboratorní cvičení viz. příloha č. 6 a 7 a vypracována vzorová řešení, která obsahuje přiložené CD-ROM.

Nebylo možné programy otestovat na reálném zařízení, jelikož konstrukce nebyla zkompletována z důvodu zdržení výroby lineárního pohonu.



## Literatura

[1] MAYTEC. *The Profil Systems*. Dachau, Deutschland, 2011. Dostupné z:  
<http://www.maytec.de>

[2] B&R: Produkty. [online]. [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.br-automation.com/cs/>

[3] ENIKA.CZ s.r.o. *Komponenty pro automatizaci*. Nová Paka, Česká Republika, 2012.  
Dostupné z: <http://www.enika.cz>

[4] B&R. *Automation studio 3.0.90: Help* [online]. Eggelsberg, Austria, 2013 [cit. 2013-05-10].

[5] PLÍVA, Zdeněk a Jindra DRÁBKOVÁ. *Metodika zpracování diplomových, bakalářských a vědeckých prací na FM TUL* [online]. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2007, 40 s. [cit. 2013-05-16]. ISBN 978-80-7372-189-3.

[6] JOHN, Karl-Heinz a Jindra DRÁBKOVÁ. *IEC 61131-3: programming industrial automation systems* [online]. 2nd ed. New York: Springer, 2010, p. cm. [cit. 2013-05-16]. ISBN 978-364-2120-145.

[7] ENIKA.CZ s.r.o., *enika.cz* [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z:  
<http://www.enika.cz/cz/komponenty-pro-automatizaci/senzory.html>

[8] *PLCopen* [online]. 04-12-2008 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.plcopen.org/>

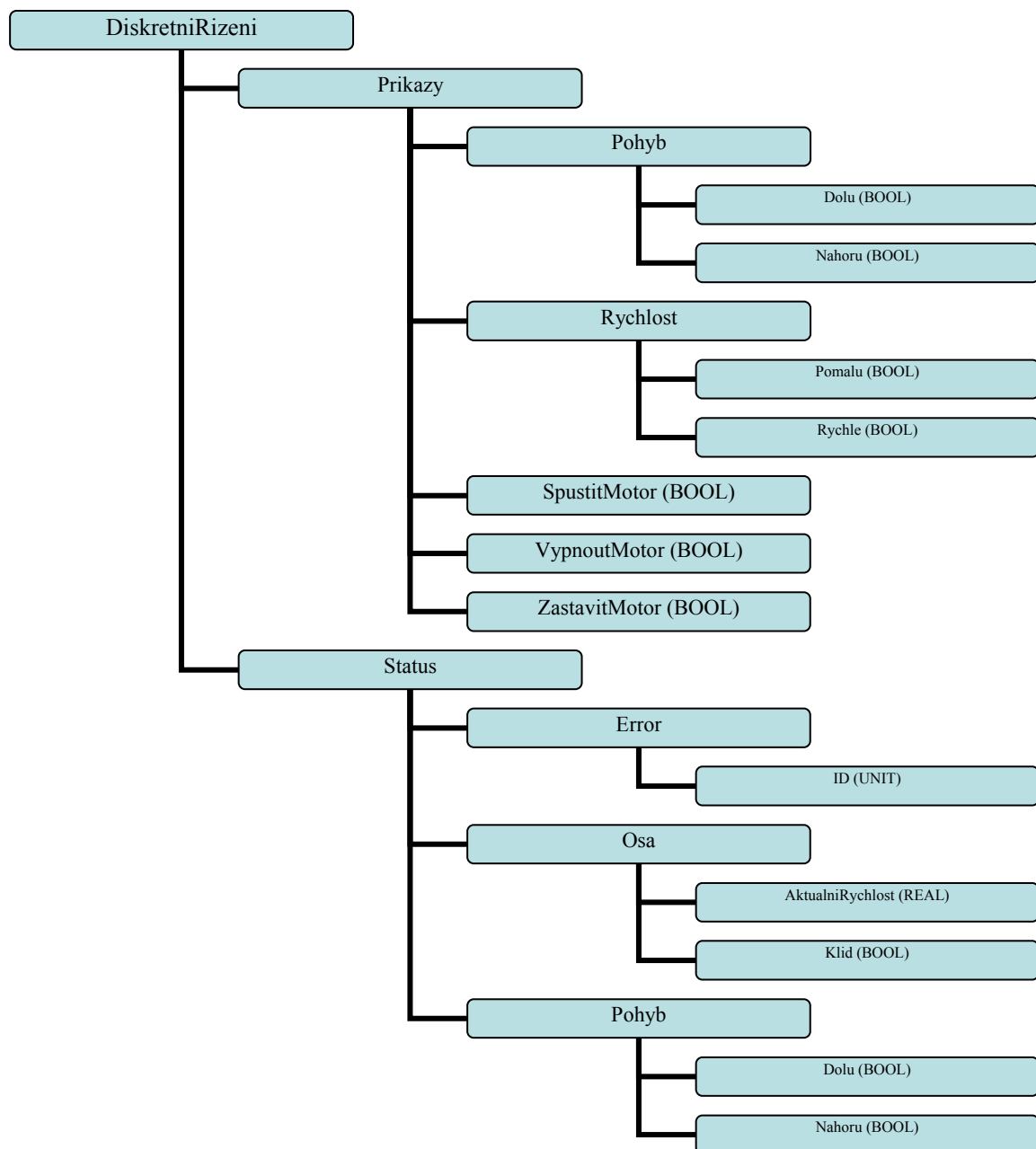


## Příloha č. 1 – kusovník konstrukce

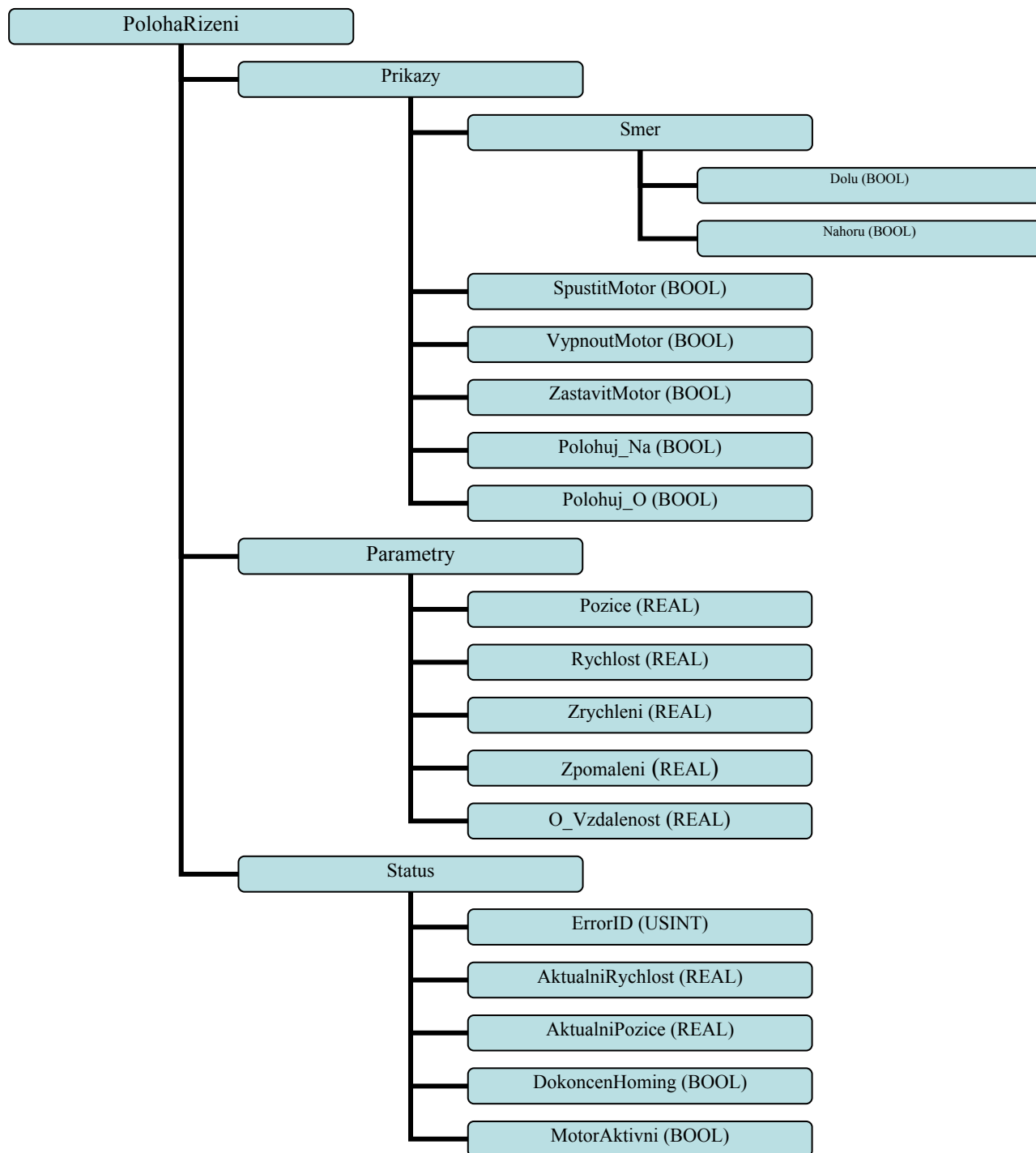
	Typ profilu	Číslo produktu	Délka[mm]	počet kusů
Kolečka	-	1.45.31050	-	4
Vzpěra	40x80	1.11.040080.44LBP	80	1
Vzpěra	40x40	1.11.040040.43SP	100	2
Eco-Slide	-	1.67.S101.040080E	-	1
Vzpěry	40x80	1.11.040080.44LBP	200	1
Deska stolečku	40x40	1.11.040040.43SP	420	5
Vzpěry stolečku	16x40	1.09.016040.14LP	420	4
Nohy stolečku	40x40	1.11.040040.43SP	640	4
Vedlejší stojna	30x60	1.11.030060.64LP	1300	1
Hlavní stojna	40x80	1.11.040080.64L	1320	1
Spojový materiál Eco-Slider	-	1.21.STESM6/11	-	4
	-	0.63.D07991.06016	-	4
	-	0.63.WN7380.08012	-	4
	-	1.67.E2M61400	-	2
	-	1.67.E2M81400	-	2



Příloha č. 2 – diagram struktury použité v programu pro diskrétní ovládání.



### Příloha č. 3 – diagram struktury pro polohové řízení





Příloha č. 4 – Tabulka Error výpisů.

Error list	
ID	Závada
0	Nevyskytl se žádný error.
1	Není aktivní motor.
2	Není určená rychlost nebo pohyb začal vyšší rychlostí.
3	Je aktivní pomalý i rychlý chod.
4	Aktivní oba směry.
5	Nejnižší možná pozice.
6	Nejvyšší možná pozice.
7	Neproběhl Homing.
8	Nelze polohovat na pozici a zároveň o určitou vzdálenost.
9	Není určen směr pohybu.
10	Zrychlení nebo zpomalení je příliš vysoké nebo 0. (max. 50000 Unit)
11	Rychlost příliš velká nebo 0. (max. 5000)
12	Poloha je nižší než minimální nebo vyšší než maximální možná.



## Příloha č. 5 – CD – ROM

### Obsah přiloženého CD

složka Bakalářská práce – BP\_TomasHakl.pdf ..... Elektronická podoba této práce.


složka Model – BP\_Model\_Vytah.stp ..... 3D model výtahu ve formátu step

složka Katalogové listy – Obsahuje katalogové listy všech použitých zařízení.

složka Programy – Obsahuje kompletní projekt pro funkci výtahu.



Příloha č. 6 – Protokol na laboratorní cvičení využívající model výtahu.

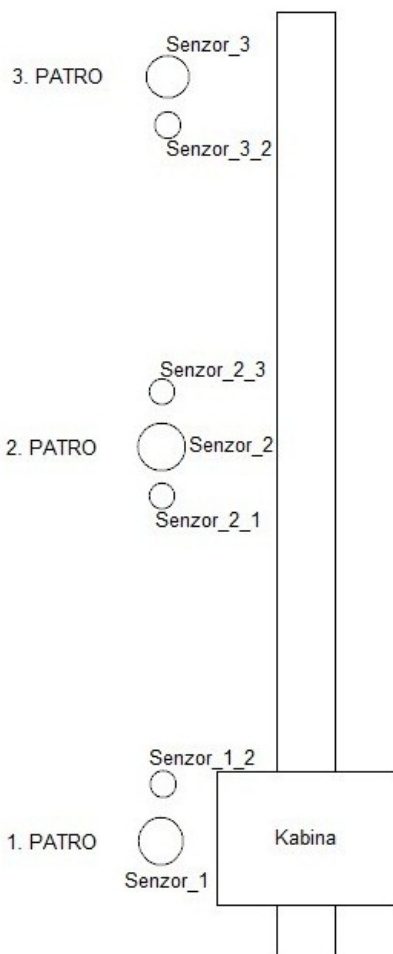
 <p><b>Technická univerzita v Liberci</b> <i>Elektrické Pohony</i> Protokol o provedení měření</p>	
<b>Název úlohy:</b> <i>Lineární polohové řízení za pomoci induktivních senzorů</i>	
<b>Číslo úlohy:</b>	<b>Datum měření:</b>
<b>Jméno a příjmení:</b>	<b>Ročník:</b> <i>Skupina:</i>
<b>Hodnocení:</b>	

Vaším úkolem je seznámit se s modelem výtahu, respektive s jeho ovládáním a za pomoci vývojového prostředí Automation Studia napsat vlastní ovládací program pro polohování kabiny výtahu. Kabinu výtahu budou detekovat induktivní snímače.

Úkoly :

- Pohybujte s kabinou mezi 1. a 2. patrem, tzn. vyjeďte do druhého patra zastavím a sjedu zpět do prvního a opět zastavím.
- Pohybujte s kabinou mezi všemi třemi patry. Kabina se rozjede z prvního patra, zastaví v každém patře a vrátí se zpět do prvního.
- Zopakujte bod a) ale s tím rozdílem, že kabina bude detekovat i senzory mezi patry a při detekci kabina zvýší svou rychlost (pokud opouští patro) nebo sníží svou rychlost (pokud do patra dojíždí) a v daném patře se motor zastaví.
- Zopakujte bod b) za pomoci zrychlování a zpomalování kabiny v mezipatrech jako tomu bylo v bodě c)

Poznámka: Přiřazené proměnné k senzorům jsou vidět na obrázku 1. Při programování použijte předpřipravenou strukturu s názvem DiskretniRizeni. Její parametry naleznete v Tab. 1.




Obr. 1: Přiřazení proměnných k senzorům

Tab. 1

Diskretní Rizení		
Příkazy	Pohyb	Dolu (BOOL)
		Nahoru (BOOL)
	Rychlost	Pomalů (BOOL)
		Rychle (BOOL)
	SpustitMotor (BOOL)	
	VypnoutMotor (BOOL)	
	ZastavitMotor (BOOL)	
Status	Error	ID (USINT)
	Osa	AktuálníRychlost (REAL)
		Klid (BOOL)
	Pohyb	Dolu (BOOL)
		Nahoru (BOOL)



Příloha č. 7 – Protokol na laboratorní cvičení využívající model výtahu.

 <p><b>Technická univerzita v Liberci</b> <i>Elektrické Pohony</i> Protokol o provedení měření</p>	
<b>Název úlohy:</b> <i>Absolutní lineární polohové řízení</i>	
<b>Číslo úlohy:</b>	<b>Datum měření:</b>
<b>Jméno a příjmení:</b>	<b>Ročník:</b>  <i>Skupina:</i>
<b>Hodnocení:</b>	

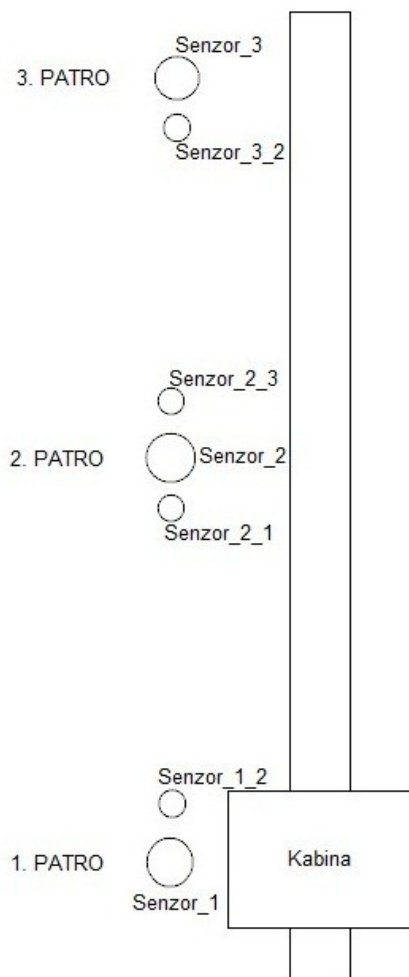
Vaším úkolem je seznámit se s modelem výtahu, respektive s jeho ovládáním a za pomoci vývojového prostředí Automation Studia napsat vlastní ovládací program pro polohování kabiny výtahu. Kabinu řiďte absolutně za pomoci snímače otáček v motoru. Jednotkou pro určení polohy je Unit (1000 Unit = 1 otáčka motoru).

Úkoly :

- Zjistěte polohu 1., 2. a 3. patra a také polohy snímačů mezi patry. Hledanou pozici poznám tak, že daný snímač je aktivní (v parametru AktualniPozice odečtu polohu)
- Pohybujte s kabinou mezi 1. a 2. patrem, tzn. vyjedu do druhého patra zastavím a sjedu zpět do prvního a opět zastavím.
- Pohybujte s kabinou mezi všemi třemi patry. Kabina se rozjede z prvního patra, zastaví v každém patře a vrátí se zpět do prvního.
- Zopakujte bod b) ale s tím rozdílem, že kabina bude detekovat i senzory mezi patry a při detekci kabina zvýší svou rychlost (pokud opouští patro) nebo sníží svou rychlost (pokud do patra dojíždí) a v daném patře se motor zastaví.
- Zopakujte bod b) za pomoci zrychlování a zpomalování kabiny v mezipatrech jako tomu bylo v bodě c)

Poznámka: Při programování použijte předpřipravenou strukturu s názvem PolohaRizeni. Její parametry naleznete v Tab. 1.

**POZOR:** Nezapomenou provést Homing !!!!!!!!



Obr. 1: Přiřazení proměnných k senzorům





Tab. 1

PolohaRizeni		
Prikazy	Směr	Dolu (BOOL)
		Nahoru (BOOL)
	SpustitMotor (BOOL)	
	VypnouMotor (BOOL)	
	ZastavitMotor (BOOL)	
	Polohuj_Na (BOOL)	
	Polohuj_O (BOOL)	
Parametry	Pozice (REAL)	
	Rychlost (REAL)	
	Zrychleni (REAL)	
	Zpomaleni (REAL)	
	O_Vzdalenost (REAL)	
Status	ErrorID (USINT)	
	AktualniRychlost (REAL)	
	AktualniPozice (REAL)	
	DokoncenHoming (BOOL)	
	MotorAktivni (BOOL)	

Poděkování: Tento text vznikl za podpory projektu ESF CZ.1.07/2.2.00/07.0247  
**Reflexe požadavků průmyslu na výuku v oblasti automatického řízení a měřen.**  
 Formát zpracování originálu: titulní list barevně, další listy včetně příloh barevně.